



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU
Belém, PA

METODOLOGIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE VOLUME



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido – CPATU
Belém, PA

METODOLOGIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE VOLUME

José Natalino Macedo Silva

Belém, PA
1988

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 50

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefones: (091) 226-6622, 226-6612

Telex: (091) 1210

Caixa Postal 48

66240 Belém, PA

Tiragem: 1000 exemplares

Comitê de Publicações

Célio Francisco Marques de Melo (Presidente)

Emanuel Adilson Souza Serrão

Francisco José Câmara Figueirêdo

João Olegário P. de Carvalho - Coord. revisão técnica

Joaquim Ivanir Gomes

Milton Guilherme da Costa Mota (Vice-Presidente)

Raimundo Freire de Oliveira

Sebastião Hühn

Célia Maria Lopes Pereira - Normalização

Ruth de Fátima Rendeiro Palheta - Revisão gramatical

Arte datilográfica:

Bartira Franco Aires

Silva, José Natalino Macedo

Metodologia utilizada na construção de tabelas de volume. Be
lém, EMBRAPA-CPATU, 1988.

21p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 50)

1. Dendrometria. 2. Árvore - Medição - Tabela. I. EMBRAPA.
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA.
I. Título. II. Série.

CDD: 634.9285



EMBRAPA - 1988

S U M Á R I O

INTRODUÇÃO	6
TIPOS DE TABELAS DE VOLUME	6
Tabelas locais de volume	7
Tabelas padrão de volume	7
Tabelas de volume por classes de forma	7
CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE VOLUME	7
Modelos de equações de volume	8
Uso de computadores para obtenção de equações de volume	10
ASPECTOS ESTATÍSTICOS RELACIONADOS ÀS EQUAÇÕES DE VOLUME	11
Seleção de árvores-amostras	12
Problemas de análise de regressão	13
Agrupamento de espécies	16
CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE EQUAÇÕES	16
COMPARAÇÃO DE EQUAÇÕES DE VOLUME	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

METODOLOGIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE VOLUME¹

José Natalino Macedo Silva²

RESUMO: Trata da metodologia para a construção de tabelas de volume em florestas tropicais. São abordados aspectos relativos aos tipos usuais de tabelas de volume, modelos matemáticos utilizados para a obtenção de equações de volume e emprego de computadores na pesquisa de equações volumétricas. Quanto aos aspectos estatísticos relacionados às equações de volume, são discutidos problemas relativos à seleção de árvores-amostras e problemas de análise de regressão. Finalmente, trata dos critérios utilizados para a seleção de equações de volume entre vários modelos e da metodologia utilizada para a comparação de equações de volume.

Termos para indexação: Análise de regressão, condicionantes de regressão, teste de paralelismo, teste de coincidência, análise de resíduos.

METHODOLOGY FOR CONSTRUCTING VOLUME TABLES

ABSTRACT: This paper deals with methodology for constructing volume tables in tropical forests. The usual types of volume tables are described as well as the mathematical models and the use of computers to obtain volume equations. Statistical

¹ Palestra apresentada no curso de Engenharia Florestal da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP.

² Eng. Ftal. M.Sc. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66240. Belém, PA.

aspects related to volume equations are discussed, specially the problems concerned to the selection of sample trees and regression analysis. Finally, the criteria for the selection of volume equations among several models and some methods used for comparing volume equations are discussed.

Index terms: Regression analysis, assumptions for regression, parallelism test, coincidence test, residual analysis.

INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos dos inventários florestais é estimar a quantidade de madeira de uma floresta, de acordo com uma série de classificações como espécies, classes de diâmetro e qualidade do fuste.

Husch (1971) recomenda que durante a fase de planificação do inventário, seja decidido o método que deverá ser empregado para transformar em termos quantitativos, as dimensões das árvores e dos povoamentos. Esta decisão não pode ser adiada, pois conduz a uma perda ou a um excesso de informações. A relação quantitativa deve ser estabelecida antes da execução do trabalho de campo.

A expressão quantitativa mais usada com relação à floresta é o volume, embora também se utilize, com bastante frequência, o peso.

Os volumes das árvores podem ser estimados através de relações previamente estabelecidas, entre dimensões facilmente mensuráveis da árvore e seu volume. Diâmetro, altura e forma são as variáveis independentes comumente usadas para estimar valores da variável dependente que é o volume. O resultado final de uma relação desse tipo é apresentado em forma de tabela, chamada de Tabela de Volume.

TIPOS DE TABELAS DE VOLUME

Husch et al. (1972) e FAO (1974) classificam as tabelas de volume em três tipos.

Tabelas locais de volume

Esse tipo fornece o volume em função apenas do DAP (diâmetro à altura do peito). Utiliza-se o termo "local" porque tais tabelas só são aplicadas em áreas restritas, onde existe uma relação relevante entre a altura e o diâmetro da árvore na tabela. Muito embora essas tabelas possam ser preparadas a partir de dados de campo, isto é, a partir de medições de volume e diâmetro de uma amostra de árvores, normalmente elas são derivadas a partir de tabelas padrão de volume.

Tabelas padrão de volume

Tais tabelas dão o volume das árvores em função do DAP e da altura total ou comercial. Tabelas desse tipo são construídas para espécies individualmente, grupos de espécies e locais específicos. A aplicabilidade de uma tabela padrão de volume, contudo, depende mais da forma das árvores para a qual ela é aplicada do que propriamente da espécie ou localidade. Para cada classe de diâmetro-altura, a forma das árvores para a qual a tabela é aplicada, deve concordar com a forma das árvores a partir das quais a tabela foi construída.

Tabelas de volume por classes de forma

Essas tabelas fornecem o volume em função de DAP, altura total ou mercantil e alguma medida da forma das árvores, como da classe de forma de Girard ou do quociente absoluto de forma.

CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE VOLUME

As tabelas de volume são construídas a partir de equações especialmente desenvolvidas para esse fim através de análise de regressão, ou através de métodos gráficos, os quais não são muito recomendados em virtude de apresentarem tendências pessoais do pesquisador e por não permitirem uma boa estimativa do erro estatístico.

Se não se dispõe de tabela de volume previamente

elaborada para um determinado local, convém destinar parte dos recursos do inventário florestal para a obtenção dos dados básicos necessários. Os dados para a cubagem das árvores são tomados em árvores em pé ou especialmente abatidas para esse fim. No primeiro caso utilizam-se instrumentos óticos que permitem medir diâmetros em diferentes alturas ao longo do fuste. Em florestas tropicais, o relascópio de Bitterlich de banda larga tem sido usado, muito embora apresente alguns inconvenientes devido à baixa luminosidade no interior da floresta. Uma prática que tem sido empregada com sucesso é a utilização de escaladores de árvores convenientemente treinados para tomar medições em diversas alturas ao longo do tronco. Outra forma consiste em utilizar escadas portáteis fabricadas em alumínio leve, compostas de diversas seções, as quais são montadas e amarradas ao tronco. Árvores inclinadas, no entanto, dificultam sua utilização, assim como árvores muito grossas.

Algumas recomendações devem ser seguidas para a medição das árvores-amostras:

- Os diâmetros com e/ou sem casca devem ser medidos em intervalos regulares (geralmente de dois metros) ao longo do fuste até a altura comercial. O diâmetro da base é tomado à altura do toco, isto é, na altura onde a árvore provavelmente será cortada, ou, se for o caso, no ponto em que terminarem as sapopemas. Devem ser medidos os diâmetros à altura de referência (à altura do peito - DAP -, ou a 30 cm acima das sapopemas) e a altura comercial. A espessura da casca pode ser medida com um medidor próprio ou com uma régua milimetrada.

- Os diâmetros devem ser tomados com a precisão de milímetros e a altura com a precisão de centímetros.

- Nós, protuberâncias e outras anormalidades devem ser evitadas, tomando-se as medidas um pouco acima ou abaixo de tais defeitos.

Os volumes das árvores-amostras são calculados segundo o procedimento de Smalian (Husch et al. 1972).

Modelos de equações de volume

Em seguida apresentam-se alguns exemplos de equa

ções de volume encontradas em Loetsch et al. (1973):

- **Equações que originam tabelas de volume locais**

($V = f (DAP)$)

$$V = b_0 + b_1 d^2$$

$$V = b_1 d + b_2 d^2$$

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$$

$$V = b_0 d^{b_1}$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \frac{1}{d}$$

- **Equações que originam tabelas padrão de volume**

($V = f (DAP, H)$)

$$V = b_1 d^2 h$$

$$V = b_0 + b_1 d^2 h$$

$$V = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$$

$$V = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2$$

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d h + b_4 d^2 h + b_5 h$$

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d h + b_4 d^2 h$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log (d^2 h)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d + b_3 \log h + b_4 \log^2 h$$

onde:

V = volume

d = DAP

h = altura (comercial ou total)

log = logaritmo decimal

b_i = coeficientes das equações

FAO (1974) comenta que em muitos inventários de florestas tropicais, a escolha se dá entre equações de volume locais para cada espécie ou grupo de espécies e

equações-padrão de volume para todas as espécies ou grupo de espécies. Não existe uma regra geral. Cada caso deve ser cuidadosamente estudado, tendo-se em conta a precisão total requerida, os custos implicados em ambas as soluções e os problemas logísticos.

Na escolha, porém, escreve o autor, dois fatores devem ser considerados:

1. Em algumas florestas tropicais se tem observado que, para uma espécie ou grupos de espécies, a altura média do fuste em cada classe de diâmetro e acima de determinado diâmetro (geralmente o diâmetro mínimo explorável) tende a ser constante. Dado que os volumes mais importantes são os das árvores com diâmetros iguais ou superiores ao diâmetro mínimo de explotabilidade, a inclusão da altura nas equações de volume não parece essencial.

2. O uso de uma tabela padrão de volume implica na medição das alturas de cada árvore da unidade de amostra, ou pelo menos de parte dela. O custo adicional para a medição da unidade de amostra é significativo, visto que o tempo necessário pode ser o dobro ou às vezes mais. Por outro lado, o aumento de precisão pelo uso de uma tabela padrão, ao invés de uma tabela local, pode ser insignificante em relação ao erro total, que inclui o erro de amostragem e o erro de medição. Se isso acontece, o uso de tabelas locais torna-se mais eficaz, já que o aumento do erro é compensado pela redução do custo.

Uso de computadores para obtenção de equações de volume

Nos dias atuais, a investigação de equações de volume foi grandemente facilitada pelo uso de computadores. Mesmo os modelos mais complicados são resolvidos em questão de segundos, sem que para isso haja necessidade do usuário ter conhecimentos profundos de linguagem de programação, pois os procedimentos normalmente são encontrados em pacotes específicos para esse fim.

O Departamento de Métodos Quantitativos - DMQ da EMBRAPA dispõe, entre outros, de um pacote eficiente para a solução de inúmeros problemas estatísticos, entre eles a Análise de Regressão. O pacote é o SAS (Statistical

Analysis System) que permite resolver desde o mais simples modelo, como a reta, até Regressão não Linear, Regressão Ponderada e Regressão Múltipla Passo a Passo. Além deste, a EMBRAPA dispõe de um pacote para análise estatística de dados para uso em microcomputador, o SAEST - Sistema de Análise Estatística - desenvolvido por uma equipe do DMQ. É um pacote de fácil utilização, não exigindo do usuário nenhum conhecimento de programação. A análise de regressão, nesse pacote, pode ser executada pelos módulos REGMULT (Regressão Linear Múltipla), REGLIN (Regressão Não Linear) e REGPASSO (Regressão Passo a Passo).

Nas páginas seguintes apresentam-se saídas (outputs) de regressões obtidas com o procedimento GLM (General Linear Models) do SAS e com o módulo REGMULT do SAEST.

A principal saída fornecida ao se usar o procedimento GLM do SAS é a tabela de análise de variância da regressão, onde são encontrados o resultado do teste F da regressão, o valor do coeficiente de determinação, o coeficiente de variação da regressão e o desvio padrão da regressão. São também fornecidos os valores dos coeficientes da equação e os resultados do teste t para a hipóteses dos coeficientes serem iguais a zero. Podem ser fornecidos, opcionalmente, a tabela de resíduos, a estatística Durbin-Watson para testar a independência dos resíduos e diversos gráficos escolhidos a critério do usuário. Por exemplo, o gráfico da variável depende volume, em classes da variável independente diâmetro ao quadrado, e o gráfico do resíduo em classes da variável independente diâmetro ao quadrado.

O módulo REGMULT do SAEST fornece uma única saída que é o quadro da análise de variância da regressão, onde são encontrados os valores de F, R^2 , CV, sy.x, além dos valores dos coeficientes e teste t para a hipótese dos coeficientes serem iguais a zero. A Tabela de resíduos pode ser obtida por artifício utilizando-se o módulo DEFINA.

ASPECTOS ESTATÍSTICOS RELACIONADOS ÀS EQUAÇÕES DE VOLUME

Quando se pretende construir tabelas de volume pa

ra uma determinada região ou área florestal, alguns aspectos estatísticos devem ser considerados a fim de que se possa obter estimativas seguras dos volumes e dos respectivos erros dessas estimativas. Com relação a esses aspectos estatísticos, os seguintes pontos devem ser considerados (FAO 1974):

Seleção de árvores-amostras

A distribuição geográfica das parcelas nas quais as árvores são selecionadas, deve obedecer a um sistema de amostragem objetivo, seja aleatório ou sistemático. Normalmente existe uma tendência em selecionar árvores em um número muito limitado de lugares na área florestal, levando a um aumento dos erros de amostragem.

Também, por razões logísticas ou econômicas, as árvores são selecionadas próximo de estradas ou áreas de fácil acesso, o que conduz a uma tendência na estimativa do volume, uma vez que as condições de crescimento das árvores são diferentes de um lugar para o outro.

Quanto à distribuição por espécie e/ou classes de diâmetro, o problema é mais complicado. O ideal seria uma distribuição representativa das árvores segundo espécies e/ou classes de diâmetro, isto é, proporcional à frequência das árvores. Algumas limitações, no entanto, impedem o uso de uma amostra representativa. Por exemplo: uma amostra desse tipo frequentemente conduz a uma estimativa pouco confiável dos volumes das árvores maiores, já que estas estão pouco representadas na população. Nesse caso seria mais eficiente fazer o número de árvores por classe de diâmetro da população total.

Com relação ao número de árvores a selecionar, não existe uma regra determinada. Quanto maior for esse número maior será a precisão da estimativa, porém outros fatores devem ser considerados, tais como a variação de diâmetros e alturas das árvores, extensão da superfície florestal e tipos florestais. Em áreas limitadas se tem construído equações locais de volume com 110 árvores, ou até menos.

Problemas de análise de regressão

Este é um aspecto que tem sido pouco considerado no campo florestal. A análise de regressão exige o cumprimento de três condicionantes básicos que são: Homogeneidade de Variâncias, Normalidade e Independência dos resíduos (Frayer 1971). Se algum desses requisitos não é satisfeito, os testes estatísticos de significância do modelo e dos coeficientes não podem ser realizados.

Na pesquisa de equações volumétricas para florestas tropicais é muito comum ocorrer heterogeneidade de variâncias da variável dependente nas classes das variáveis independente. Em outras palavras, a variância do volume aumenta com o aumento das classes de diâmetro (Fig. 1). Para remover essa heterogeneidade, há necessidade de transformar a variável dependente, seja através de transformações logarítmicas, seja aplicando pesos à variável dependente (ponderações).

No uso das ponderações, dois pontos devem ser considerados (Freeze 1964):

- A variância de y é proporcional a X_1 . Neste caso, o peso a utilizar será:

$$W_i = \frac{1}{X_{1i}}$$

- A variância de y é proporcional a X_1^2 . O peso a aplicar, neste caso será:

$$W_i = \frac{1}{X_{1i}^2}$$

Muitos procedimentos estatísticos foram desenvolvidos para a verificação dos requisitos para a Análise de Regressão. Brena et al. (1978) apresentam alguns dos testes mais utilizados:

- Homogeneidade de variâncias

A homogeneidade de variâncias pode ser testada através do Critério de Bartlett, que utiliza a distribuição do quiquadrado, cuja fórmula é a que segue:

$$X^2_{(m-1)gl} = \frac{M \cdot \ln \left\{ \left(\sum_{u=1}^m Vu \cdot Su^2 \right) / M \right\} - \sum_{u=1}^m (Vu \cdot \ln Su^2)}{1 + \frac{1}{3(m-1)} \left(\sum_{u=1}^m \frac{1}{Vu} - \frac{1}{M} \right)}$$

onde:

m = número de classes

Su^2 = variância da classe u

Vu = graus de liberdade associados com a variância Su^2

$M = \sum_{u=1}^m Vu$

\ln = logaritmo natural

O valor de X^2 calculado é comparado com o valor da tabela. Se o teste resultar significativo, conclui-se pela existência de heterogeneidade de variâncias.

Outro teste que também pode ser utilizado e de aplicação bem mais simples, é o critério de Cochran, que é dado pela razão entre a maior variância e a soma de todas as variâncias:

$$G_{obs} = \frac{s^2_{\text{máxima}}}{s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_n^2}, \text{ onde}$$

G_{obs} = valor observado para o critério de Cochran

s^2 = variâncias

Para a aplicação deste teste, no entanto, existe a restrição de que o número de graus de liberdade deve ser igual em cada classe.

O valor de G observado é comparado com o valor tabelado. Caso o teste resulte significativo, conclui-se sobre a heterogeneidade de variância.

- Normalidade

Para a verificação da Normalidade, dois procedimentos estatísticos são comumente empregados:

- Teste de χ^2 (qui-quadrado)

Este teste é dado pela conhecida expressão:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \text{ onde:}$$

O = frequência observada

E = frequência esperada

m = número de classes

O resultado é comparado com χ^2 tabelar.

- Teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV

Baseia-se no cálculo da razão entre a diferença máxima absoluta das frequências observadas e esperadas e o número de observações. Assim,

$$KS = \frac{d_{\max}}{n}, \text{ onde:}$$

KS = Comparador de KOLMOGOROV-SMIRNOV

d_{\max} = diferença máxima absoluta entre as frequências observadas e esperadas

n = número de observações.

- **Independência dos resíduos**

Entre os testes utilizados para verificar a independência dos resíduos, pode-se citar o teste de Correlação em Série, o Método da Diferença Sucessiva do Quadrado Médio e o teste de DURBIN-WATSON, sendo este último empregado com frequência em Análise de Regressão. Este método verifica-se os resíduos, também chamados erro estocástico ou perturbação da regressão, estão correlacionados em série. Em caso positivo diz-se que os resíduos são dependentes.

A estatística de DURBIN-WATSON é dada pela expressão:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\epsilon_i - \epsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \epsilon_i^2}, \text{ onde:}$$

d = valor da estatística de DURBIN-WATSON

ϵ_i = valor do i -ésimo resíduo

O resultado é comparado com os valores críticos tabelares preparados pelos autores.

Agrupamento de espécies

Em certos casos, especialmente em florestas tropicais, torna-se difícil determinar equações para cada espécie. Nesse caso as seguintes recomendações podem ser seguidas (FAO 1974):

- Determinar equações separadas para as espécies mais importantes e aplicar uma equação comum para as espécies restantes.

- Determinar equações para as espécies mais importantes e designar a cada uma das espécies restantes uma dessas equações por meio de um estudo comparativo, seja do coeficiente de forma (no caso de tabelas padrão), seja da curva altura diâmetro (no caso de tabelas locais).

- Agrupar as espécies em classes homogêneas, de modo que se possa ter mais árvores para cada equação de volume.

CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE EQUAÇÕES

A escolha de equações dentre vários modelos da mesma natureza deve ser feita segundo alguns critérios que permitam uma seleção objetiva.

O coeficiente de determinação (r^2) é um dos critérios que deve ser tomado em conta. Ele indica quanto da

variação total é explicada pelo modelo que está sendo testado. Assume valores entre zero e um, sendo que quanto mais próximo da unidade melhor será o ajuste do modelo aos dados.

Além do coeficiente de determinação, outro fator que deve ser considerado é o erro padrão da estimativa, que é uma medida do grau de precisão do modelo. Uma boa equação deveria ter um alto coeficiente de determinação e um baixo erro padrão da estimativa.

Se a escolha deve ser feita entre modelos de natureza diversa, por exemplo entre uma equação aritmética e uma logarítmica, a simples comparação dos erros padrões das estimativas das equações não pode ser feita, já que os erros estão em unidades diferentes. Para tornar essa situação, o erro da equação logarítmica teria que ser recalculado em termos aritméticos, após o que a comparação poderia ser realizada.

Outro procedimento consiste em utilizar o índice de Furnival (Furnival 1961). Este índice possibilita a comparação de equações ponderadas ou não, com as variáveis dependentes transformadas ou não, em lugar da usual medida de precisão expressa pelo erro padrão da estimativa.

A obtenção do Índice de Furnival obedece as seguintes etapas:

- O erro padrão de estimativa é obtido pelo ajustamento da equação em questão aos dados utilizados;
- Computa-se a média geométrica das derivadas das variáveis dependentes com auxílio de logaritmos;
- Finalmente, cada erro padrão é multiplicado pelo inverso da média geométrica calculada.

A análise de resíduos constitui-se também em uma importante medida na seleção de equações de volume. Problemas de heterogeneidade de variâncias podem ser detectados (Fig. 1) ou a existência de pontos discrepantes ("outliers") pode ser verificada (Fig. 2). Segundo Draper & Smith (1981), um "outlier" entre resíduos é aquele que se encontra afastado da média três ou mais desvios padrões. Em geral, a remoção desses pontos discrepantes

do conjunto de dados resulta em sensível melhora nos resultados das características utilizadas para a seleção de equações (Silva & Carvalho 1984).

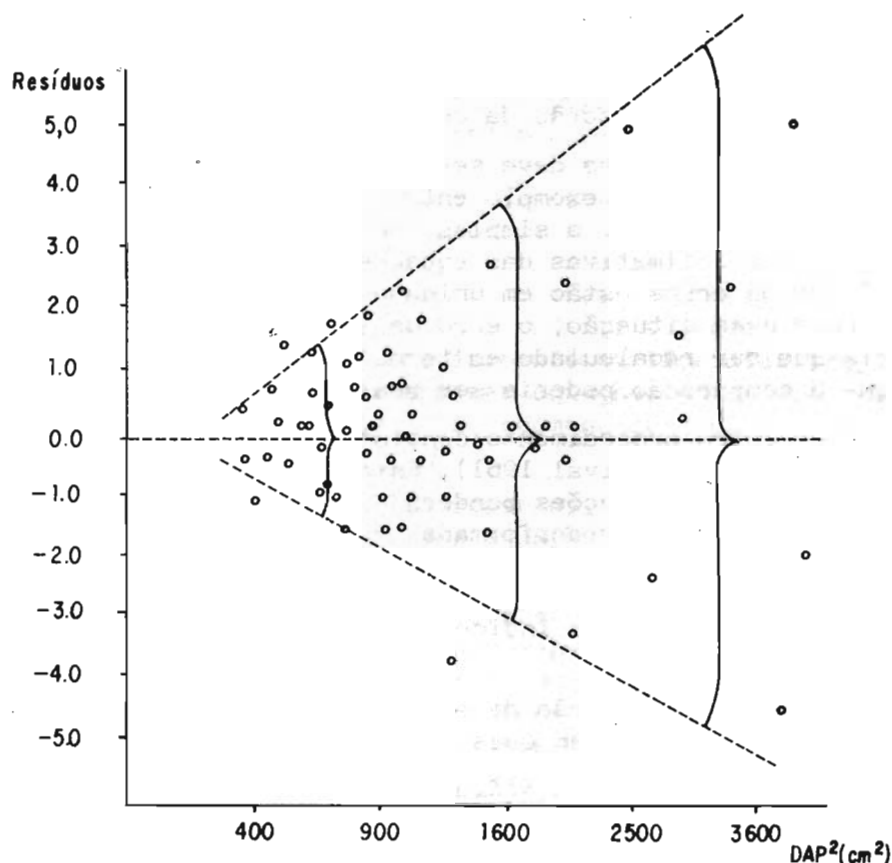


FIG. 1-Resíduos de volume plotados em classes de diâmetro ao quadrado.

COMPARAÇÃO DE EQUAÇÕES DE VOLUME

Quando se estabelece equações de regressão para observações provenientes de diversas populações, há interesse em saber se essas populações podem ser representadas por uma única equação, ou se equações individuais devem ser utilizadas.

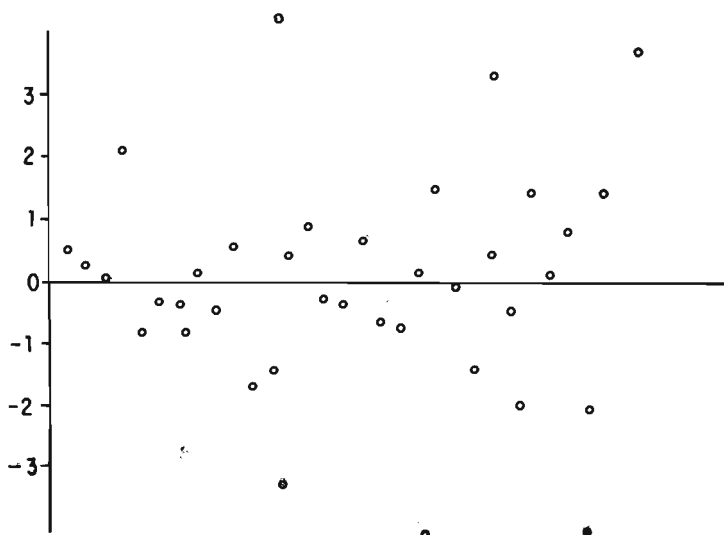


FIG. 2- Distribuição dos resíduos relativos $(y_i - \hat{y}) / \sqrt{MQ}$ resíduos, da equação $V = b_0 + b_1 D^t$.

No campo florestal, esta situação frequentemente ocorre quando ajusta-se equações volumétricas para diversas espécies e deseja-se saber se o número de equações poderia ser reproduzido pelo agrupamento dessas espécies. Outro exemplo configura-se quando ajusta-se equações diversas regiões ou municípios, sobrevivendo o interesse em saber se todos, ou grupos deles, podem ser representados por uma única equação.

As equações de regressão podem diferir por apresentarem diferentes inclinações, ou seja, por não serem paralelas. Se esse paralelismo existe, elas podem ainda diferir em nível. Isto implica em dizer que seus interceptos são diferentes. Em outras palavras, o problema consiste em testar duas hipóteses:

- Se as inclinações são paralelas
- Se os interceptos coincidem.

Os testes estatísticos desenvolvidos para realizar esses testes chamam-se testes de paralelismo e de

coincidência (Kozak 1972 e Decourt 1971).

Esses procedimentos podem ter grande aplicabilidade em florestas tropicais para fins de agrupamentos de espécies, ou para comparar e agrupar, se for o caso, equações provenientes de diversas regiões ou tipos florestais (Silva & Schneider 1979).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRENA, A.D.; SILVA, J.N.M.; SCHNEIDER, P.R. Metodologia para verificação das condicionantes da análise de regressão. **Floresta**, 9(2): 25-45, 1978.
- DECOURT, N. Comparaison des équations de régression. Application au cubage des peuplements d'épicea commun. **Ann. Sci. Forest.**, 28(1): 51-8, 1971.
- DRAPER, N.R. & SMITH, A. **Applied regression analysis**. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1981. 709p.
- FAO, Roma, Itália. **Manual de inventário forestal com especial referência a los bosques mixtos tropicales**. Roma, 1974. 195p.
- FRAYER, W.E. Assumptions of regression. In: COLORADO STATE UNIVERSITY. College of Forest and Natural Resources Department of Forest and Wood Sciences. **Proceedings: regression methods in forest research**. Collins, 1971. p.29-35.
- FREESE, F. **Linear regression methods for forest research**. Asheville, USDA. Forest Service 1964. (USDA. Forest Service Research Paper, 17).
- FURNIVAL, G.M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. **For. Sci.**, 7(4):337-41, 1961.
- HUSCH, B. **Planificación de un inventario forestal**. Roma, FAO, 1971. 135p.
- HUSCH, B.; MILLER, C.I. & BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 2.ed. New York, Ronald Press, 1972. 410p.
- KOZAK, A. **A simple method to test parallelism and coincidence for curvilinear regressions**. In: IUFRO CONFERENCE ADVISORY GROUP OF FOREST STATISTICIANS, 3., Jouy-en-Josas, 1972. Paris, INRA, 1972. p. 132-45.
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F. HALLER, K.E. **Forest inventory**. 2.ed. Munique, BVL, 1973. v.2. 469p.

SILVA, J.N.M. & SCHNEIDER, P.R. Comparação de equações de volume para povoamento de *Acacia mearnsii* (Acacia negra) no Estado do Rio Grande do Sul. **Floresta**, 10(1):36-42, 1979.

SILVA, J.N.M. & CARVALHO, M.S.P. de. Equações de volume para uma floresta secundária no planalto do Tapajós - Belterra, Pará. Curitiba, EMBRAPA-URPFCS, 1984. p.1-15. (EMBRAPA-URPFCS. Boletim de Pesquisa Florestal, 8/9).



Falangola editora

Trav. Benjamin Constant, 675

Tels.: 224-8166 - 8012

Belém - Pará